

(4) ホノルル水産研究所の竿釣生餌輸送試験結果

米国 NMFS, 南西漁業センターホノルル水産研究所 Tamio Otsu

昨年のマグロ協議会で、私は、これからのハワイのカツオ漁業の発展を助ける一つの方法として、カリフォルニアからハワイへ生餌を輸送する計画について報告いたしました。ハワイのカツオ漁業は、ハワイで生産できる餌魚の量が限られているため、その発展が阻まれてきました。ハワイでは、ネフーとよばれる小さなカタクチイワシの仲間が生餌として、使われていますが、量に限りがあり、毎年5月から9月の盛漁期に餌が不足する傾向があります。

その結果、漁業に要する時間全体の約40%にも及ぶ時間が、餌とりに使われることになります。餌とりの時間を少くして、釣る方にふりむけることが出来れば、その分だけ漁獲をあげ得ることになります。さらに、この生餌供給の問題が解決されれば、新しい船隊がハワイの船隊に加わることが出来、カツオ漁業の発展が可能となるはずです。

私たちは、ハワイ漁業を振興させる方策について、いろいろと検討した末、カリフォルニアからの生餌輸送が、恐らく最も現実的な解決策であろうという結論となりました。カリフォルニアには *Engraulis mordax* というカタクチイワシの大きな資源があります。この資源は年間を通じて、利用できます。もし、このカタクチをハワイへ定期的に、また適当な値段で、輸送することが出来れば、ハワイのネフーの不足を補ない、前に申しましたように、ハワイのカツオ漁業の発展に役立つ筈であります。この試験によって開発された技術は、また、竿釣に適した餌魚の量が不足しているため漁業の発展をさまたげられている、他の西部及び中部太平洋の地域にも適用出来ることになるわけでありす。

生餌輸送方法

我われはまず、生餌の輸送タンクとして、約19キロリットルの容量を持つ、アメリカ空軍の使い古しの燃料補給タンクトレーラーこのタイプのハイウエータンカーは、石油会社がガソリンスタンドにガソリンを運ぶのに使っているものです。一を利用することにしました。我われは、これを手に入れてから、生餌の輸送のために、水の循環を開放式と閉鎖式の両方出来るように改造しました。

また、ハイウエータンクトレーラーを曳行するために、やはり使い古しのトラクターを手に入れました。こういう着想を持ったのは、MATSON 海運会社が運行している新車積みの貨物船による輸送を考えたからであります。

これらの新鋭貨物船のうち、2隻が、現在カリフォルニアとハワイ間に就航しており、ホノルルとロングビーチの間を10日間で往復する航海をしております。二つの港の走行に要する日数は、わずか4日間です。生餌はロングビーチの港で輸送タンクに積みこまれます。それから貨物船の場所まで運ばれる間、輸送タンク内は閉鎖循環方式で操作されます。船に積まれてから、航行中は、タンクは開放式にされ、水は船の消火栓から供給されます。タンクからの排水は船の外に流されます。こうして、4日の後、タンクはホノルルに着きますが、到着と同時に閉鎖式にきりかえられます。そこで、トラクターが船にあがり、輸送タンクをひき出して、Kewalo Basinにある我われの研究施設まで輸送します。Kewalo は、また、カツオ船の錨地でもあります。

昨年、我われはこの試験計画のために数人を割当て、試験を実施しました。現在までの結果は、完全に成功という所までは行っていませんが、非常に多くのことを学ぶことが出来ました。今日は、そのうちの若干のことについてお話したいと思います。

カタクチイワシの利用度

先ず第一に、私達が知ったことは、カタクチイワシがカリフォルニアでは周年利用出来るという事でした。生餌の供給基地としては、貨物船のターミナルであるという理由から、ロングビーチを選びました。ロングビーチには、この地域のスポーツフィッシャーマンやビンナガ釣りの漁業者にカタクチイワシを供給する餌売業者がいます。彼は、我われの生餌輸送計画に興味を持ち、カタクチを必要なだけ我われに供給することに同意してくれました。

カタクチ輸送試験

はじめは生餌輸送用にタンクを改造してから、これをカリフォルニアへ送り、カタクチイワシを少しだけ積んでハワイに送り返しました。この最初の輸送試験では、生餌の死亡率は約50%でした。このように高い死亡率となった原因としては、我われはタンクが死んだ魚を除去する構造になっていなかったこと、および、養魚期間が短かく、よく馴致されていない“green fish”を運んだことにあると考えました。

この試験の結果から、我われはタンクの改造を進め、死亡魚を除くためのサイフォンをとりつけました。ところが次の輸送試験では、このサイフォンは死んだ魚ばかりでなく、大量の生きた魚ま

ですい出してしまう結果となりました。それこれの理由で、また死亡率は高く、50～60%に達しました。サイフォンの構造に大幅な改良が必要なことがはっきりしたわけです。そこでサイフォン系統の改良に的をしぼってタンクの改造を進めました。

・ロングビーチでのテストでは、死んだ魚はタンクの底に沈んだ際にサイフォンで除去され、上に浮んだものは、オーバーフローにより除かれるようになりました。しかし、実際の輸送試験では、死亡魚が排水口につまってしまうという困難やその他予期しなかった問題にいくつも遭遇しました。

我われの行った最後の改造は、安全弁をつけた粗い目合のスクリーンを排水口のあたりにつけることでした。安全弁はゴムのスカートであり、スクリーンの目が完全につまった時にだけ全部の魚を通すように設計されています。これらのスクリーンは、タンクの上面のオーバーフローのところにとりつけられましたが、非常に能率のよいことが分かりました。同時に、改良されたサイフォンがタンクの底から老廃物を除くために作動されました。

残念ながら、このサイフォンは、最後の輸送試験できかいのこしようがおき、積んだ魚の大部分が失われました。

これらの経験から、今後改善すべき点は明らかになったと思われます。すなわち、タンクの上面にとりつけて成功したのと同様のスクリーンをタンクの底の排水口の上にもとりつけることであります。これによって死魚が排水口につまることはなくなるはずです。もしつまった場合は、安全弁が作動して緊急事態が回避されるでしょう。

この装置は、死んだ魚を外へ出すよりもむしろ残すように設計されます。しかし、タンクの水はずっとながれ出るのではいぶつがたまることが防げると思います。今後の輸送計画は、タンクの全ての排水口に新しいスクリーン装置をつけて、実施されるはずであります。

餌魚の馴致

昨年、マグロ協議会に出席した後、私は網代、宇佐美、別府、佐世保などいくつかの餌場を訪ねました。どの餌場でも、私が関係者の方達との話を通じて、学んだことは、生餌をどのように注意深く扱っても、漁獲後の初期の死亡率は約30%である、ということでした。

餌魚は、生簀に馴致されるある期間の後、だんだん強くなるようであり、実際、南方漁場で使われる生餌のあるものは、漁獲後、2ヶ月も生簀で蓄養され、給餌されるということでもあります。生餌をかなり長距離に運ぶためには、その前に、生簀で馴致することが最も重要であるように思われます。

このことは、昨年6月ホノルルで開かれました餌魚に関する研究集会でも、論議されました。出席者の一致した意見として、我われも、また生餌を輸送タンクで運ぶ前に、これを馴致する必要がある、ということでした。馴致期間中に弱い魚を除くようにすれば、死亡率を最低にすることが出来るだろうと考えられます。しかし、アメリカの餌魚業者は、日本の業者のように、馴致された餌魚を売らないので、この実験は、我われ自身の手でやることにしました。そこで、数ヶ月前に、我われはロングビーチでコーストガードから、港の若干の場所を借りまして、餌魚馴致の目的で二つ

のプラスチックタンクを設置しました。この二つのタンクは、直径が7.2 m (24 ft)、深さが1.2 m (4 ft)で、少くとも900 kg (2,000 ポンド)のカタクチを収容できます。実験の内容は、餌魚業者から買ったカタクチを、二つのタンクに入れ、約1週間培養した後、これらの生餌を輸送タンクでハワイに送るということでありました。

タンクの生餌輸送容量

ロングビーチで馴致されたカタクチを使って、いくつかの実験が行われました。これらの実験は、我われの19キロリットル(5,000ガロン)の輸送タンクについて、最適の生餌収容量はどれ位かを知るのが目的でした。4日間をこえる期間、これはロングビーチからホノルルまでの輸送期間を考えてですが、この期間にあたり、いくつかの異なる収容密度について実験を行ないました。実験の結果を要約しますと、3.78リットルの水(1ガロン)に対して、カタクチを約0.15 kg (0.34ポンド)の収容密度までは、4日間の生残率は約70%でした。この収容密度を越えると、過密の効果は明らかとなり、生残曲線は低下の傾向を示しました。

このように、輸送最適密度は、1ガロンの水に対して0.34ポンド、いいかえれば我われの輸送タンクでは1,700ポンド(約770kg)という事になります。4日の後の生残魚は1,100ポンド(500kg)となるでしょう。我われの輸送タンクを使って、これだけの量のカタクチをハワイまで、よい状態で運ぶ事は可能と考えてよいと思います。船上の給水により、十分な酸素供給が出来ますし、ロングビーチとホノルル間の水温変化は大した問題ではありません。

将来の計画

現在までのところ、我われは1,100ポンドのカタクチを1回のタンク輸送でホノルルまで運ぶことが可能なことを示しました。我われの経済的な分析によれば、タンク輸送にかかる一切の経費を考慮に入れた場合、この生餌輸送事業は、もし1回の輸送で1,100ポンドのカタクチを運ぶことが出来れば、経済的にひきあうものとなるようです。カタクチを1ポンド約2ドルで漁業者に売ることにすれば、この生餌輸送は経営的に成立つことになります。

もちろん、一つの輸送タンクでは不十分です。回転を考えて、恐らく、6つか8つのタンクが必要でしょう。それによって、カリフォルニアからハワイまで特に生餌の必要な夏の時期に、3つか4つのタンクの生餌がいつも供給されることになりましょう。

我われは、この数ヶ月の間に、ハワイの漁業者がカタクチをよろこんで買うこと、1ポンド約2ドルというねだんは彼等に充分受け入れられるものであることをたしかめました。また、彼等がカリフォルニアのカタクチを、ハワイ水域のカツオ釣の餌魚として非常にすぐれていると思っている事が分かりました。しかし、予想される重大な問題は、漁業者が体長10 cmをこえる大きなカタクチは生餌として大きすぎるとして、買いたくないと言うのではないかということでありました。理想的なサイズのカタクチを運ぶということはむずかしい問題です。

一方、大きなカタクチは、最初の餌づけ、すなわち、カツオを船にひきつけるためにすぐれてい

るということから、用いられてきました。しかし、これらの大きなカタクチは釣りがつづけられている間、船のトモにカツオをひきつけておくためには、小さなネフーより劣っている事が分っています。

さて、我われはこの試験を今後もつづけて行くことを計画しております。もう1〜2回の追加輸送試験によって、生餌輸送計画を本格的な事業とすることが出来るかどうかの答えが得られるだろうと期待しております。

RESULTS OF TUNA LIVE BAIT TRANSPORTING EXPERIMENTS
OF THE HONOLULU LABORATORY¹

1

By Tamio Otsu
Southwest Fisheries Center
National Marine Fisheries Service, NOAA
Honolulu, HI 96812

INTRODUCTION

At the Japan Tuna Conference last February, I reported on the plans of the Honolulu Laboratory to assist the Hawaiian skipjack tuna fishery by transporting baitfish from California to Hawaii. The Hawaiian skipjack tuna fishery is limited in its growth and development because of the scarcity of naturally occurring baitfish in Hawaii. The Hawaiian baitfish, a small anchovy called nehu, Stolephorus purpureus, is limited in supply, and tends to be scarce during the peak skipjack tuna fishing season between May and September. Consequently, a large proportion of the fishermen's time, perhaps up to 40%, is spent in trying to catch sufficient bait to go fishing for skipjack tuna. If the bait-catching time can be reduced and if the time saved can be more profitably applied to skipjack tuna fishing, then the catches of skipjack should increase proportionately. Furthermore, if availability of baitfish is no longer a problem, then it is probable that new fishing vessels will join the Hawaiian fleet and the skipjack tuna fishery is bound to grow.

After studying the various options available to assist the Hawaiian fishery, we decided upon the transporting of baitfish from California to Hawaii as being perhaps the most practical and most direct approach to take. In California, there is a large resource of northern anchovy, Engraulis mordax, available throughout the year. If this fish can be transported to Hawaii on a regularly scheduled basis, and at reasonable cost, then it should serve to augment the local nehu supply and enable considerable development of the Hawaiian skipjack fishery.

Research

¹Prepared for presentation at the 1975 Japan Tuna Conference, Shimizu, Japan, February 4-6, 1975. This presentation will be given in the Japanese language.

NOTE: Units of measurements throughout the Japanese version will be in the metric system.

The techniques developed in this experiment should also be applicable to other areas of the central and western Pacific where fishery development is hampered by the lack of sufficient amounts of suitable baitfish.

BAIT-TRANSPORT METHOD

We decided to use a surplus military aircraft refueling tank-trailer (the type of highway tanker the oil companies use to deliver gasoline to the retail outlets) of 5,000-gallon capacity as our baitfish-transport tank. We obtained a surplus tank and modified it for carrying fish in both open- and closed-circulation modes. A surplus tractor was also obtained for towing the tank-trailer on the highway. The concept is dependent upon the new "roll on/roll off" freighters operated by Matson Navigation Co.

These modern freighters, two of which now operate between California and Hawaii, make a round trip between Honolulu and Long Beach in 10 days. It requires only 4 days to transit between Hawaii and Long Beach. The baitfish is loaded into the tank at Long Beach Harbor. A self-contained, life-support system operates the tank in a closed-circulation system as it is towed from the bait pier to the freighter terminal and aboard the ship. During the ocean crossing, the tank operates in a flow-through system with water supplied by the ship's fire hydrant system. Discharge from the tank is off the side of the ship.

Four days later, the tank arrives in Honolulu where it is switched to the closed-circulation system. A tractor is driven on the ship to take the tank-trailer in tow back to our Laboratory's facility at Kewalo Basin. Kewalo is also where the Hawaiian skipjack tuna fleet is berthed.

During the last year we assigned a few men to this project, and although the results to date have not been overwhelmingly successful, we did learn a lot, and I would like to report some of the results to you today.

AVAILABILITY OF NORTHERN ANCHOVY

First of all, we learned that anchovy are available in California throughout the year. We selected Long Beach Harbor as our bait supply point because this is the California terminal of the roll on/roll off freighters. There is a bait dealer in Long Beach who supplies anchovy to sport fishermen and to albacore fishermen in the area. He is interested in our bait-transport project and has agreed to supply us with the necessary amounts of anchovy.

TRIAL SHIPMENTS OF ANCHOVY

Initially, after modifying the fuel tank to carry fish, we sent the tank to California and returned it to Hawaii with a rather small load of anchovy. The mortality on the first shipment was about 50%, and we attributed this high mortality to the fact that the tank was not provided with a mechanism to remove dead fish and also because we were carrying "green fish" (fish that had just been caught by the bait fishermen and not acclimatized in captivity).

Following this experiment, we proceeded to modify the tank by installing a "siphon system" to discharge dead fish. During the next trial shipment the "siphon system" not only discharged dead fish but also a large number of live fish as well. Again, from a combination of factors, the mortality was high, at around 50% to 60%. It was obvious that the "siphon system" needed considerable improvement.

The modification of the tank continued to the point where a more satisfactory "siphon system" was developed. Tests in Long Beach showed that dead fish were being discharged as they sank to the bottom of the tank and those that floated above were being discharged by the overflow system. However, in actual shipment, we continued to encounter difficulties from dead fish clogging the discharge outlets and other unexpected problems.

Our latest modification was the installation of very large area screens with "safety valves" (these are rubber skirts) which were designed to pass whole fish only in the event that these screens should become completely clogged. These screens were tried in the top overflow system and found to work very efficiently. At the same time, an improved version of the "siphon system" was used to remove metabolites and decay products from the tank's bottom. Unfortunately, this bottom system suffered a mechanical failure during the last shipment and most of the load was lost. The remedy now appears obvious: Large-area screens similar to the successful new top screens should also be installed at the bottom of the tank over the bottom discharge outlets. With such a system, clogging should not occur. If it does, the "safety valve" feature will allow relief of pressure. The system will be designed to retain the dead fish rather than pass them out; however, the screens will be positioned so that water coming in contact with either floating or sunken dead fish will already be on its way out of the tank. This will prevent any buildup of decay products. Future shipments will be made using the new screening devices at all outlets, both top and bottom.

ACCLIMATIZATION OF BAITFISH

Last year, following the Tuna Conference, I visited several baiting areas in Ajiro, Usami, Beppu and Sasebo. In each area where I visited and talked with persons involved in the bait fisheries, I learned that the Japanese anchovy suffer an initial mortality of about 30% after capture, regardless of how carefully the baitfish are handled. It seems that the baitfish get stronger and stronger after a period of acclimatization in the ikesu. In fact, some of the bait being taken to the southern water skipjack fishery (Nanpo Gyojyo) are anchovy that had been held in the ikesu and fed for a period of as long as 2 months after capture. It seems of utmost importance that the baitfish are acclimatized in the ikesu before they are transported any distance.

This fact was discussed at the Tuna Baitfish Workshop that was held in Honolulu this past June. There was general agreement among the participants that we, too, should acclimatize the anchovy before they are shipped in our transport tank. It was felt that this would minimize mortality since we would then have weeded out the weaker baitfish during the period of acclimatization. However, since American bait dealers do not provide acclimatized bait as do the Japanese bait dealers, we decided to handle this procedure ourselves. Thus, a few months ago, we borrowed some pier space from the U.S. Coast Guard in Long Beach Harbor, and set up two plastic tanks for the purpose of acclimatizing baitfish. The two tanks, 24-ft in diameter and 4-ft deep, could together hold at least 2,000 pounds of anchovy. Our experimental procedure was to receive the anchovy from the bait dealer, put them into the two holding tanks, keep and feed the

fish for about a week, and ship these fish back to Hawaii in the transport tank.

CARRYING CAPACITY OF THE TANKS

Several experiments were conducted in Long Beach using acclimatized anchovy. These experiments were designed to show the optimum carrying capacity of our 5,000-gallon transport tank. Various densities were tested over 4-day periods, simulating the time required to cross the ocean from Long Beach to Honolulu. In summary, the tests showed that survival rate was about 70% during the 4 days for densities up to around 0.34 pound of fish per gallon of water. Beyond this density, the effect of overcrowding became apparent and the survival curve trended downward. Thus, the optimum carrying capacity appears to be around 0.34 pound per gallon, or 1,700 pounds of anchovy in this particular tank. The survival after 4 days would result in a net load of 1,100 pounds. There is every reason to believe that we can ship this amount of fish to Hawaii in good condition. The water circulation on the ship provides sufficient oxygenation, and temperature changes between Long Beach and Honolulu do not pose a serious problem.

FUTURE PLANS

As of today we have yet to demonstrate that 1,100 pounds of anchovy can be carried to Hawaii in one shipment of the tank. According to our economic analysis, taking into consideration all the costs involved in shipping a tankful of bait to Hawaii, this venture will be cost-effective if we can deliver 1,100 pounds of anchovy in a single shipment. By selling the anchovy for about \$2 per pound to the fishermen, the bait

shipment can be made into a self-paying venture. Of course, one tank is not sufficient. We would need perhaps 6 or 8 such tanks...perhaps 3 or 4 loaded tanks coming into Hawaii at any one time; and 3 or 4 empty tanks moving out towards California, thus having a continuous flow of baitfish from California to Hawaii, particularly during the summer months.

We have already determined during the last few months that the Hawaiian fishermen are willing to pay for anchovy, and a cost of approximately \$2 per pound is quite acceptable to them. We have also learned that the fishermen find anchovy to be an excellent baitfish for skipjack in Hawaiian waters. However, one complaint which may turn out to be quite serious is the fact that our fishermen find any anchovy larger than about 10 cm to be too large as live bait and may be unwilling to pay for such over-sized fish. To deliver anchovy of ideal bait sizes may be a problem. On the other hand, large anchovy were used for skipjack fishing and were found to be excellent for initial chumming...that is, to attract the skipjack to the vessel. These large fish, however, were found to be inferior to the much smaller nehu for holding the skipjack at the stern of the vessel while fishing was in progress.

Our plan is to continue with our experiments. We hope that in one or two additional trial shipments we shall be able to have the answer as to whether or not to proceed with a full-scale commercial baitfish transport program.
